

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-092337

(43)Date of publication of application : 07.04.1995

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 05-239747

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 27.09.1993

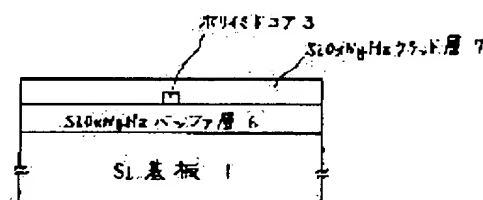
(72)Inventor : IMOTO KATSUYUKI

## (54) POLYMER CORE OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a polymer core optical waveguide consisting of a uniform polymer having no cracks in a polymer for a core which is a light propagating part.

CONSTITUTION: This polymer core optical waveguide is composed of a substrate 1, a buffer layer 6 which is formed on the surface of this substrate 1 and consists of an  $\text{SiO}_x\text{NyHz}$  film of a desired thickness having a refractive index  $n_b$ , a core layer 3 which is formed on this buffer layer 6 and consists of a polymer material of approximately rectangular shape having refractive index  $n_w$  ( $n_w > n_b$ ) and a clad layer 7 which is so formed as to cover the surface of the core 3 and has a refractive index  $n_c$  ( $n_c < n_w$ ).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-92337

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/12		9412-2K	G 0 2 B 6/12	N

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平5-239747
(22) 出願日	平成5年(1993)9月27日

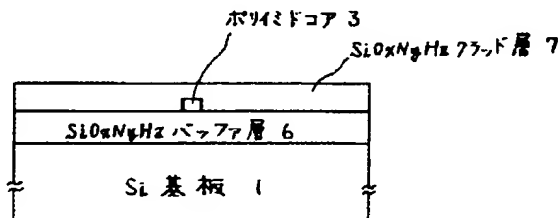
(71) 出願人	000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目1番2号
(72) 発明者	井本 克之 茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線 株式会社アドバンスリサーチセンタ内
(74) 代理人	弁理士 松本 孝

(54) 【発明の名称】 ポリマコア光導波路およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 光の伝搬部分であるコア用ポリマ中にクラックのない均一なポリマからなるポリマコア光導波路の提供。

【構成】 基板と、該基板の表面に形成された屈折率が $n_c$ で所望厚さの $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜より成るバッファ層と、該バッファ層の上に形成された屈折率が $n_w$  ( $n_w > n_b$ ) の略矩形状のポリマ材料より成るコアと、該コア表面を覆うように設けられた屈折率が $n_e$  ( $n_e < n_w$ ) のクラッド層から構成されていることを特徴とするポリマコア光導波路。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板と、該基板の表面に形成された屈折率が $n_b$ で所望厚さの $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜より成るバッファ層と、該バッファ層の上に形成された屈折率が $n_w$  ( $n_w > n_b$ ) の略矩形形状のポリマ材料より成るコアと、該コア表面を覆うように設けられた屈折率が $n_c$  ( $n_c < n_w$ ) のクラッド層から構成されていることを特徴とするポリマコア光導波路。

【請求項2】クラッド層が $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜より構成されたことを特徴とする請求項1記載のポリマコア光導波路。

【請求項3】クラッド層がポリマ材料より構成されたことを特徴とする請求項1記載のポリマコア光導波路。

【請求項4】基板表面が略凹状に加工されており、該基板表面に $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のバッファ層が形成され、該バッファ層の凹部内にポリマ材料のコアが埋め込まれており、該バッファ層およびコア表面がクラッド層で覆われて構成されていることを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれかに記載のポリマコア光導波路。

【請求項5】コアのポリマ材料として、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレンのいずれかを用いて構成されたことを特徴とする請求項1乃至4のうちいずれかに記載のポリマコア光導波路。

【請求項6】略矩形形状のコアは、直線、曲線、S字曲線、リング、平行線などのパターンを少なくとも1つ有して構成されていることを特徴とする請求項1乃至5のうちいずれかに記載のポリマコア光導波路。

【請求項7】基板が半導体、誘電体、磁性体のいずれかから構成されていることを特徴とする請求項1乃至6のうちいずれかに記載のポリマコア光導波路。

【請求項8】クラッド層の上に $\text{SiO}_2$ 、あるいは $\text{SiO}_2$ に少なくとも1種の屈折率制御用添加物を含んだ第2クラッド層が形成されて構成されていることを特徴とする請求項1乃至7のうちいずれかに記載のポリマコア光導波路。

【請求項9】基板表面に順次に $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のバッファ層、ポリマ材料のコア層、 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のマスク層を形成する工程、該 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ マスク層の上にフォトリソグラフィ工程によりフォトレジストパターンを形成する工程、該フォトレジストパターンをマスクにして該 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ マスク層をドライエッチング工程によりパターンニングする工程、該 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ マスクパターンをマスクにしてドライエッチング工程によりポリマコア層をドライエッチングする工程、該ドライエッチングしたポリマコア表面をクラッド層で覆う工程からなることを特徴とするポリマコア光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光導波路のコアにポリマ材料を用いた低損失で安定な光導波路構造とその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】光デバイスの高性能化、高集積化、低コスト化をねらいとして、光導波路構造の光デバイスの研究開発が活発に進められている。

【0003】光導波路の材料としては、半導体 ( $\text{Si}$ 、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{InP}$ など)、誘電体 ( $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ などの強誘電体、 $\text{SiO}_2$ 系、多成分系などのガラス、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリイミドなどのポリマ)、などを用いたものが検討されている。

【0004】近年上記光導波路の中で、ポリマを用いた光導波路は簡易なプロセスで低コストに作れる可能性があることから、注目されている。そのため、本発明者はポリマ光導波路の製造方法を開発するために図7に示す方法について検討した。

【0005】これは、まず図7(a)に示すように、 $\text{Si}$ 基板1上に低屈折率 ( $n_b$ ) のポリマ材料からなるバッファ層2が形成される。

【0006】次に、図7(b)のように、ポリマバッファ層2の上にポリマ材料のコア層 (屈折率 $n_w$ 、 $n_w > n_b$ ) 3が形成される。

【0007】上記バッファ層およびコア層は溶剤に溶けたポリマ液をスピンコーティング法により塗布することにより形成される。

【0008】その後、図7(c)に示すように、上記ポリマコア層3上にフォトレジスト膜を塗布し、加熱した後、マスクを介して紫外線を照射し、マスクパターンをフォトレジスト上に露光する。

【0009】次に現像、洗浄、乾燥してポリマコア層3上にフォトレジストパターン4を形成する。

【0010】次に、ドライエッチングプロセスで図7(d)に示すように、ポリマコア層3を略矩形形状に加工する。

【0011】このドライエッチングプロセスはエッチングガスとして $\text{O}_2$ 、あるいは $\text{O}_2$ に $\text{CF}_4$ を若干混合したガスで行なう。

【0012】その後、図7(e)に示すように、上記ポリマコア層3の全表面に屈折率が $n_c$  ( $n_c = n_b$ ) のポリマクラッド層5を形成することにより、光導波路が作られる。

## 【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図7の方法でポリマ光導波路を製造しようとする、次のような問題点があることがわかった。すなわち、

(1) 図7(e)の光導波路を実現するためには、ポリマバッファ層2の厚さは $8\mu\text{m}$ 以上が必要であり、その上のポリマコア層3の厚みもシングルモード用の場合には

数 $\mu\text{m}$ ～10数 $\mu\text{m}$ 、マルチモード用の場合には10 $\mu\text{m}$ ～数10 $\mu\text{m}$ が必要である。ところが図7(b)の工程において、厚さ8 $\mu\text{m}$ 以上のポリイミドのポリマバッファ層2を形成した後に、厚さが4 $\mu\text{m}$ 以上のポリイミドのポリマコア層3用のポリマ溶液(溶媒に溶解したポリマ液)を塗布し、90℃で30分間加熱し、残留溶媒の除去を行なった。次いで200℃で30分間加熱したところ、ポリマコア層3にクラックが入ってきた。加熱時間、温度を種々変えて見たが、クラックの発生量の違いはあるが、いずれの場合もクラックが入った。この原因をよく検討した結果、①ポリマバッファ層2とポリマコア層3とが同じ材料であることから、密着性が非常に良く、加熱によるポリマコア層3の径方向の収縮の強さが厚さ方向の収縮を上まわり、クラックが発生すること、②ポリマ層が厚すぎるために、残留応力が強くなり、クラックが発生すること、などが原因となっていることがわかった。

【0014】(2) 上記クラックが入った状態で、図7(c)、(d)、(e)の工程を行なって光導波路を試作したが、損失が極めて大きかった。

【0015】本発明の目的は、光の伝搬部分であるコア用ポリマ中にクラックのない均一なポリマからなるポリマコア光導波路を提供することにある。その結果、低損失、低偏波特性をもった光導波路を得ることができる。また本発明の他の目的は、高寸法精度のポリマコア光導波路を製造する方法も提供することにある。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】

(1) 基板と、該基板の表面に形成された屈折率が $n_b$ で所望厚さの $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜より成るバッファ層と、該バッファ層の上に形成された屈折率が $n_x$  ( $n_b > n_x$ ) の略矩形状のポリマ材料より成るコアと、該コア表面を覆うように設けられた屈折率が $n_c$  ( $n_c < n_x$ ) のクラッド層から構成されていることを特徴とするポリマコア光導波路。

【0017】(2) クラッド層が $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜より構成されたことを特徴とする前記(1)項記載のポリマコア光導波路。

【0018】(3) クラッド層がポリマ材料より構成されたことを特徴とする前記(1)記載のポリマコア光導波路。

【0019】(4) 基板表面が略凹状に加工されており、該基板表面に $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のバッファ層が形成され、該バッファ層の凹部内にポリマ材料のコアが埋め込まれており、該バッファ層およびコア表面がクラッド層で覆われて構成されていることを特徴とする前記(1)～(3)項のうちいずれか1項記載のポリマコア光導波路。

【0020】(5) コアのポリマ材料として、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレンのいずれかを用いて構成されたことを特徴とす

る前記(1)～(4)項のうちいずれか1項記載のポリマコア光導波路。

【0021】(6) 略矩形状のコアは、直線、曲線、S字曲線、リング、平行線などのパターンを少なくとも1つ有して構成されていることを特徴とする前記(1)～(5)項のうちいずれか1項記載のポリマコア光導波路。

【0022】(7) 基板が半導体( $\text{Si}$ 、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{InP}$ など)、誘電体(ガラス、強誘電体、ポリマなど)、磁性体のいずれかから構成されることを特徴とする前記(1)～(6)項のうちいずれか1項記載のポリマコア光導波路。

【0023】(8) クラッド層の上に $\text{SiO}_2$ 、あるいは $\text{SiO}_2$ に少なくとも1種の屈折率制御用添加物を含んだ第2クラッド層が形成されて構成されていることを特徴とする前記(1)～(7)項のうちいずれか1項記載のポリマコア光導波路。

【0024】(9) 基板表面に順次に $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のバッファ層、ポリマ材料のコア層、 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のマスキ層を形成する工程、該 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ マスキ層の上にフォトリソグラフィ工程によりフォトレジストパターンを形成する工程、該フォトレジストパターンをマスクにして該 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ マスキ層をドライエッチング工程によりパターンニングする工程、該 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ マスキパターンをマスクにしてドライエッチング工程によりポリマコア層をドライエッチングする工程、該ドライエッチングしたポリマコア表面を $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のクラッド層で覆う工程からなることを特徴とするポリマコア光導波路の製造方法。

#### 【0025】

【作用】前記(1)項および(2)項の発明によれば、ポリマのコアは $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のバッファ層とクラッド層の間にはさまれている。したがって、従来のようにポリマ層が多層状に厚く形成されていないので、ポリマの凹中にクラックが発生することがない。しかも、本発明の構成のように、例えば基板として $\text{Si}$ を用い、その上に $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のバッファ層を数 $\mu\text{m}$ から10数 $\mu\text{m}$ の厚さに形成しても $\text{Si}$ 基板の応力は極めて少ない。このようなバッファ層の上にポリマのコア層を形成してもクラックは入らない。なぜならば、ポリマ層同志の積層の場合には接着性が極めて良く、加熱時に溶媒の蒸発による径方向の収縮性が大きいためにクラックが入った。これに対しては、 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 層とポリマ層との接着性は上記値ほど良くないことと、 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 層および $\text{Si}$ 基板に応力がほとんど残留していないので、クラックは入らない。また $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜は図2に示すように、 $N$ の含有量によって屈折率を1.46から1.70近い値にまで容易に変えられる。なお、この図2は本発明者が実験的に求めた結果である。そしてポリマ(例えばポリイミド)の屈折率は1.48～1.62の範囲に入るものがほとんどであるので、コア

とクラッド（バッファ）との屈折率差を0. 数%から数%に設定する場合に上記SiOxNyHzの屈折率は非常に適した範囲にある。すなわち、コアにポリマを用いた場合のクラッド（バッファ）層として、SiOxNyHz膜は極めて好適な材料である。さらに、コアにポリマを用いた場合にはコアはやわらかく、コア端面を切断、研磨することが大変にむずかしいが、ポリマコアを硬い材質のSiOxNyHz層ではさむことにより、上記切断、研磨がやりやすくなり、高い寸法精度に加工することができる。なお、上記SiOxNyHz層は低温（300℃以下）のプラズマCVD法によって容易に成膜することができる。また(4)項の発明のように、例えば、Si基板上に凹状の溝を形成し、その凹状の溝表面にSiOxNyHz膜のバッファ層をプラズマCVD法で成膜する。その後、上記凹状溝内にポリマ溶液を流し込んで凹状の溝内を埋め込み、次いで加熱することにより硬化させることによってポリマコア層3を形成するので、側面荒れの極めて少ないポリマコア層3を実現することができる。これは光導波路の低損失化に有効である。また、ポリマコア層がSiOxNyHzバッファ層6の全表面に覆われることがないので、応力の少ない状態で光導波路を作成することができる。

【0026】(3)項の発明によれば、ポリマコア層3とポリマクラッド層5との接触面はポリマコア層3の上面のみであるので、応力の界在によるクラックの発生はほとんどない。また、ポリマクラッド層はほとんど大部分がSiOxNyHzバッファ層と接しているので、応力によるクラックの発生は生じない。

【0027】(5)項の発明によれば、バッファ層およびクラッド層にポリマの屈折率範囲を十分にカバーすることができるSiOxNyHz膜を用いているので、種々のポリマ材料（ポリイミド、ポリカーボネート、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレンなど）を用いることができる。

【0028】(6)項の発明によれば、コアパターンとして、直線、平行線、曲線、S字曲線、リングなどを用いることにより、光分岐・結合回路、光スターコプラ、光合分波回路、光フィルタ、光タップなどの光回路を実現することができる。

【0029】(7)項の発明によれば、バッファ層およびクラッド層にSiOxNyHz膜を用いているので、種々の基板（半導体、誘電体、磁性体など）を使用することができる。これにより、前記光受動回路のみならず、半導体レーザ、受光素子、光増幅器、光変調器、光スイッチなどの光能動回路も一体化された光導波回路を実現することが可能となる。

【0030】(8)項の発明によれば、クラッド層の上にSiO2、あるいはSiO2に少なくとも1種の屈折率制御用添加物を含んだ第2クラッド層を形成しておくことにより、これが光導波路の損失増大を抑制する保護層

として作用する他に、光導波路端面を切断して端面研磨する際のポリマコア端面のやわらかさによる変形を保護する役目をする。すなわち、下部側の基板および第2クラッド層の硬い材質でポリマコアを保護する役目をするので、切断、研磨が容易となり、光導波路端面の垂直性を再現性良く実現することができる。

【0031】(9)項の発明によれば、ポリマコア層の上面に設けたSiOxNyHzマスク層がポリマコア層を略矩形状にドライエッチングするときのマスクとして作用することの他に、ポリマコア層の汚染による損失増大を抑制する保護層としても作用する。また、ポリマコア層を大きな選択比（ポリマコア層のエッチングレートとSiOxNyHzマスクのエッチングレートの比）でエッチングすることができるので、ポリマコアを垂直性良く、かつ高寸法精度で加工することができる。

【0032】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0033】図1に、本発明のポリマコア光導波路の第1の実施例を示す。これは光導波路の断面図を示したものである。基板1には、半導体（Si、GaAs、InPなど）、誘電体（LiNbO3、LiTaO3などの強誘電体、SiO2系、多成分系などのガラス、エポキシ、ポリカーボネート、テフロンなどのポリマなど）、磁性体などを用いることができるが、この実施例ではSi基板を用いた。このSi基板1の表面上にSiOxNyHz膜のバッファ層6が形成されている。このSiOxNyHz膜のバッファ層6はプラズマCVD法によって形成した。すなわち、真空中に排気された反応室内に上部電極と下部電極を配置させ、その下部電極上に上記Si基板1を置いて約270℃に加熱し、両電極間に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、そのプラズマ雰囲気中にSiH4とN2OとN2の混合ガスを流すことにより、SiOxNyHz膜を成膜した。このSiOxNyHz膜は約8μmの厚さに成膜し、N含有量を18アトム%に調節することにより、屈折率（波長0.63μmでの値）が1.5415となるようにした。このSiOxNyHz膜を成膜したSi基板の反り量は直径3インチの基板に対して7μm以下であった。この反り量は極めて小さい値である。次に上記バッファ層上のポリマコア層3として、ポリイミド（日立化成製の製品NO. PIQ-W100とPIQ-W200の混合した膜）を用いた。このポリマコア層3の屈折率と幅および厚みとして、この実施例では波長0.83μmでシングルモード用となるように設定し、屈折率1.5560（波長0.63μm）、コア幅5μm、コア厚み3μmとした。上記ポリイミドはPIQ-W100とPIQ-W200をジメチルアセトアミド溶液に溶かされたものをバッファ層上にスピナ法により塗布後、90℃で30分、200℃で30分、350℃で1時間加熱するこ

7

とによって作成した。その後、フォトリソグラフィ工程によりフォトレジストパターンを上記ポリイミドコア層上に形成する。次いでドライエッチング工程により、 $O_2$  ガスをエッチングガスとしてプラズマ中でドライエッチング（反応性イオンエッチング）して略矩形形状のポリマコア層3を得た。次に上記表面上に、前述したプラズマCVD法により $SiO_xNyHz$ クラッド層7を形成して光導波路を得た。上記 $SiO_xNyHz$ クラッド層7の厚さは $8\mu m$ とし、屈折率はパフア層と同じ値にした。

【0034】以上のような工程によりポリマコア光導波路を作製したが、クラックはまったく発生しなかった。すなわち、ポリイミドコア層を形成した段階、 $SiO_xNyHz$ クラッド層7を形成した段階での $Si$ 基板1の反り量はほとんど増えなかった。

【0035】図3は本発明のポリマコア光導波路の第2の実施例を示したものである。これは $Si$ 基板1の表面にコアパターンを埋め込むための凹部8を予め設けておいたものである。そしてこの凹部8を有する $Si$ 基板表面上に $SiO_xNyHz$ パフア層6を形成した後、凹部8にポリイミド溶液を流し込み、加熱により凹部8の溝内にポリイミドを埋め込む。最後に $SiO_xNyHz$ クラッド層7で被覆した構造である。この光導波路の特徴は、図1のように、ポリイミドコア層をドライエッチングにより略矩形形状に加工する必要がないので、コア側面の荒れを非常に小さく抑えることができる。これは光導波路の散乱損失を小さくする。また矩形形状のポリマコア層3を得るために、 $SiO_xNyHz$ パフア層6の全表面にポリイミドコア層を被覆しなくてよい。したがって、応力の発生を抑えることができる。

【0036】図4も本発明のポリマコア光導波路の第3の実施例を示したものである。これは図3の $SiO_xNyHz$ クラッド層の代わりに、ポリマクラッド層5を用いたものである。この構造も製造過程でポリマコア層3とポリマクラッド層5とが広い面積で接することがないので、応力の発生によるクラックはほとんど生じない。

【0037】図5も本発明のポリマコア光導波路の第4の実施例を示したものである。これは前述したように、クラッド層の上に $SiO_2$ 、あるいは $SiO_2$ に少なくとも1種の屈折率制御用添加物を含んだ第2クラッド層を形成しておくことにより、これが光導波路の損失増加を抑制する保護層として作用する他に、光導波路端面を切断して端面研磨する際のポリマコア端面のやわらかさによる変形を保護する役目をする。すなわち、硬い材質からなる基板および第2クラッド層がポリマコアを保護する役目をするので、切断、研磨が容易となり、光導波路端面の垂直性を再現性良く実現することができる。この第2クラッド層9の屈折率はポリマクラッド層5の屈折率と等しいかそれよりも低い値のほうが好ましい。また、この第2クラッド層9はガラス板でもよい。その

8

場合にはポリマクラッド層5と上記ガラス板を接着剤で固定してもよい。

【0038】図6は本発明のポリマコア光導波路の製造方法の実施例を示したものである。この製造方法の特徴は、ポリマコア層の上面に設けた $SiO_xNyHz$ マスク層10がポリマコア層3を略矩形形状にドライエッチングするときのマスクとして作用することの他に、ポリマコア層3の汚染による損失増大を抑制する保護層としても作用する。また、ポリマコア層を大きな選択比でエッチングすることができるので、ポリマコア層を垂直性良く、かつ高寸法精度で加工することができる。この製造方法を図を用いて説明する。まず図6(a)に示すように、基板1表面に $SiO_xNyHz$ 膜のパフア層6を形成する。この $SiO_xNyHz$ パフア層6は、前述したように、 $SiH_4$ と $N_2O$ と $N_2$ ガスをを用いたプラズマCVD法の他に、金属アルコシド液（例えば、 $Si(OC_2H_5)_4$ ）と $N_2O$ と $N_2$ を用いたプラズマCVD法、 $SiO_2$ と $Si_3N_4$ の混合タブレットを用いた電子ビーム蒸着法などを用いて形成することができる。

次に図6(b)に示すように、その $SiO_xNyHz$ パフア層6の上にポリマコア層3を形成する。その後、図6(c)に示すように上記ポリマコア層3の上に $SiO_xNyHz$ マスク層10を形成する。この $SiO_xNyHz$ マスク層10の屈折率は後で形成する $SiO_xNyHz$ クラッド層7の屈折率と等しいかそれよりも低い値に設定する。この $SiO_xNyHz$ マスク層10も低温（ $300^\circ C$ 以下）の前記プラズマCVD法によって形成する。次に図6(d)に示すように、この $SiO_xNyHz$ マスク層10の上にフォトリソグラフィ工程を用いてフォトレジストパターン4を形成する。次いで図6(e)に示すように、フォトレジストパターン4を用いて、ドライエッチングプロセスにより $SiO_xNyHz$ マスク層10をマスクパターン加工する。この場合、エッチングガスには $CHF_3$ ガスをを用い、ガス圧が $0.05 \sim 0.01$  Torrの低ガス圧でエッチングを行なう。その後、図6(f)に示すように上記 $SiO_xNyHz$ マスク層10を用いてポリマコア層3を略矩形形状にドライエッチング加工する。この場合のエッチングガスには、 $O_2$ あるいは $O_2$ に $CF_4$ を添加したガスをを用いて行なう。最後に、図6(g)に示すように、図6(f)でドライエッチング加工した表面全体を $SiO_xNyHz$ クラッド層7で被覆することにより、ポリマコア光導波路を作ることができる。

【0039】上記実施例では、基板には $Si$ を用いたが、これに限定されず、前述したように種々の材質を用いることができる。また、ポリマコア層3の材質もポリイミド以外の種々のポリマ材を用いることができる。

【0040】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明のポリマコア光導波路およびその製造方法は次のような効果を有す

る。

【0041】(1) 光の伝搬する部分であるコア用ポリマ中にクラックのない均一なポリマからなるポリマコア光導波路を得ることができる。

【0042】(2) 光導波路中への応力の残留が極めて少ないので、低損失、低偏波特性を実現できる。

【0043】(3) クラッド層（バッファ層）にポリマの屈折率範囲を十分にカバーすることができる $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜を用いているので、コアに種々のポリマ材料を使うことができる。また、上記 $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜はポリマ材料に比して硬い材質であり、この材質でポリマコアがはさまれているので、光導波路の切断、およびその切断面の研磨が極めてやりやすく、高い寸法精度で加工することができる。

【0044】(4) 基板に凹溝を形成し、その上に $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜を形成した後、上記凹溝中にポリマ溶液を流し込んで、略矩形形状のポリマコアを形成するので、側面の流れの少ないコアを作れ、散乱損失の低い光導波路を実現することができる。

【0045】(5) クラッド層の上に $\text{SiO}_2$ あるいは $\text{SiO}_2$ に少なくとも1種の屈折率制御用添加物を含んだ第2クラッド層を形成しておくことにより、これが光導波路の損失増大を抑制する保護層として作用する他に、光導波路端面を切断して端面研磨する際のポリマコア端面のやわらかさによる変形を保護する役目をする。これにより、切断、研磨が容易となり、光導波路端面の垂直性を再現性良く実現することができる。

【0046】(6) ポリマコア層の上面に設けた $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ マスク層をポリマコア層を略矩形形状にドライエ

ッチングするときのマスクとして作用することの他に、ポリマコア層の汚染による損失増加を抑制する保護層としても作用する。また、この $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜はポリマコアに対してエッチング選択比が大きいので、ポリマコアを垂直性良く、かつ高寸法精度で加工することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のポリマコア光導波路の実施例を示す説明図。

10 【図2】本発明に用いる $\text{SiO}_x\text{NyHz}$ 膜のN含有量と屈折率との関係を示した特性図（本発明者が実験的に求めた結果）。

【図3】本発明のポリマコア光導波路の実施例を示す説明図。

【図4】本発明のポリマコア光導波路の実施例を示す説明図。

【図5】本発明のポリマコア光導波路の実施例を示す説明図。

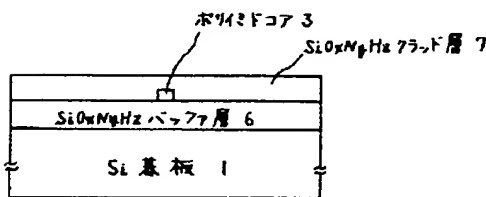
20 【図6】本発明のポリマコア光導波路の製造方法を示す説明図。

【図7】本発明者が検討したポリマ光導波路の製造方法を示す説明図。

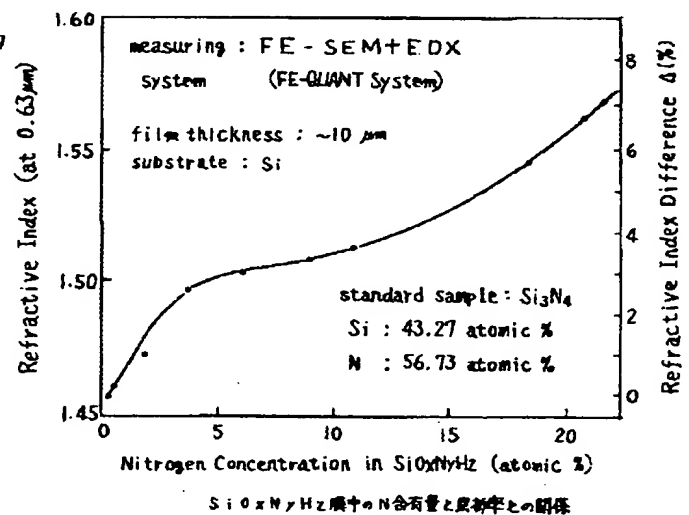
【符号の説明】

- 1 基板
- 3 ポリマコア層
- 5 ポリマクラッド層
- 6  $\text{SiO}_x\text{NyHz}$  バッファ層
- 7  $\text{SiO}_x\text{NyHz}$  クラッド層

【図1】

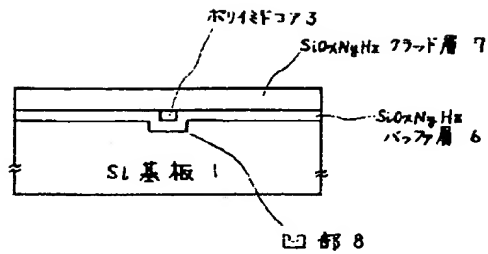


【図2】

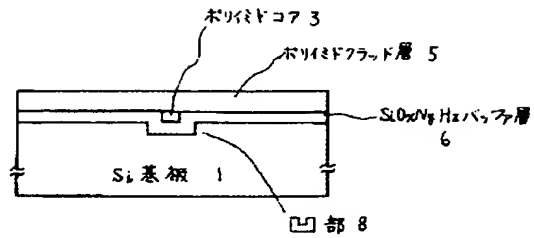




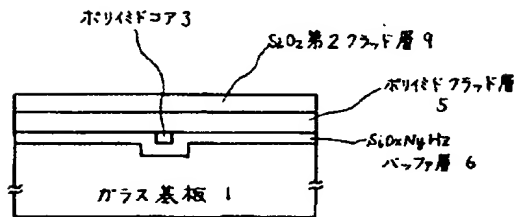
【図3】



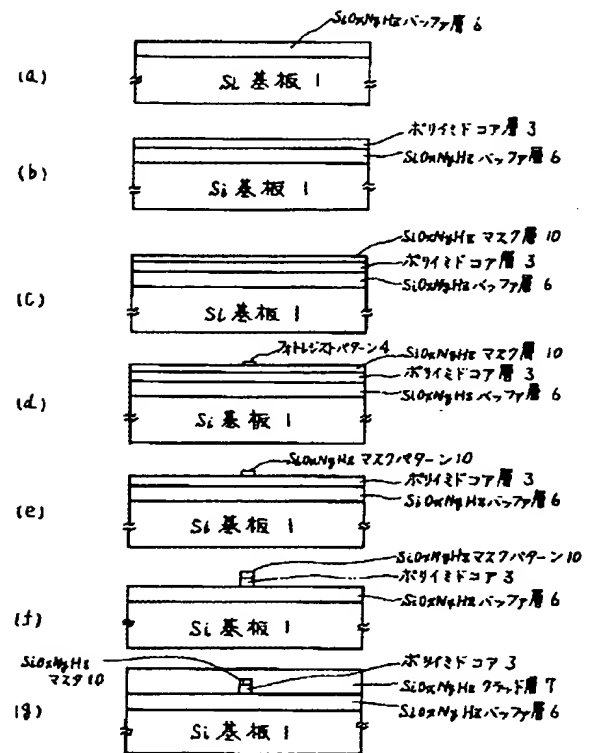
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

